

Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Mesin untuk Identifikasi Kemiripan Lukisan

Yogie Eka Pratama

Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Desain, Institut Teknologi dan Bisnis Kalbis
Jalan Pulomas Selatan Kav.22, Jakarta 13210
Email: yogieeka2611@gmail.com

Abstract: This study has one goal, namely to be able to identify the similarity of paintings through painting imagery and from the image of the painting that has been input will show which artist's work is supposedly similar to the image that has been input. The algorithm used is a Convolutional Neural Network (CNN). This study used painting imagery data from Kaggle in the form of a folder. The image data used was 4299 which was divided into training data and testing data with a total of 3444 data from 11 classes and as testing data as many as 855 from 11 classes. The framework used in this study is ResNet-50 and the Convolutional Neural Network which is applied is Tensorflow Keras. From the results of the study, it has produced an accuracy value of 24% with an average probability of up to about 80% and above.

Keywords: Painting image, Accuracy, Convolutional Neural Network, Training, Testing, ResNet50

Abstrak: Penelitian ini memiliki satu tujuan, yaitu untuk dapat mengidentifikasi kemiripan lukisan melalui citra lukisan dan dari citra lukisan yang telah diinput akan menunjukkan hasil karya seniman manakah yang kiranya mirip dengan citra yang telah di input. Algoritma yang digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN). Penelitian ini menggunakan data citra lukisan dari Kaggle yang berbentuk sebuah folder. Data citra yang digunakan sebanyak 4299 yang terbagi menjadi data training dan data testing dengan jumlah data sebanyak 3444 dari 11 class dan sebagai data testing sebanyak 855 dari 11 class. Framework yang digunakan pada penelitian ini adalah ResNet-50 dan Convolutional Neural Network yang diterapkan adalah Tensorflow Keras. Dari hasil penelitian, telah menghasilkan nilai akurasi sebesar 24% dengan probabilitas rata-rata hingga sekitar 80% ke atas.

Kata Kunci: Citra Lukisan, Akurasi, Convolutional Neural Network, Training, Testing, ResNet50

I. PENDAHULUAN

Lukisan dapat didefinisikan sebagai karya seni yang dalam pembuatannya dilakukan dengan cara melapisi atau memulaskan cat dengan kuas, pisau palet dan lain sebagainya, yang dapat digunakan dalam pembuatannya menggunakan berbagai jenis gradasi, warna, komposisi, dan kedalaman tertentu [1]. Lukisan tidak hanya sebagai hiburan semata, namun dengan lukisan atau kegiatan melukis juga dapat mengekspresikan perasaan, persepsi hingga pikiran si pelukis [1]. Biasanya dalam tes psikologi gambar digunakan untuk memproyeksikan emosi, pengalaman dan kepribadian dari seseorang [2]. Terlepas dari perannya dalam ilmu psikologi, karya seni lukisan

juga digunakan sebagai media untuk menyalurkan emosi bagi sang pelukis. Tidak hanya disalurkan begitu saja, namun karya seni tersebut juga memancarkan emosi dari sang pelukis kepada penikmatnya sehingga apa yang dirasakan sang pencipta lukisan, akan dirasakan pula oleh para penikmat seni. Pada titik itulah sebuah karya seni akan dianggap sebagai karya seni yang berhasil, karena apa yang telah terkandung dalam seni dapat dengan mudah dipahami. Menjadi suatu kebahagiaan dan menjadi suatu keberhasilan bagi seorang pelukis jika dapat menyampaikan pesan moral yang terkandung dalam karyanya. Kesenian dapat dinikmati dalam bentuk karya yang bermutu dan bercita rasa tinggi [3].

Faktor keberagaman yang dimiliki setiap lukisan, membuat identifikasi kemiripan pada citra lukisan terbilang sulit untuk dilakukan. Menurut penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan, menunjukkan bahwa struktur otak pada seniman memiliki perbedaan dengan struktur otak manusia pada umumnya, yang di mana struktur otak pada seniman memiliki pola pikirnya sendiri yang berbeda dan unik [2]. Maka dari itu untuk menangani variasi karakteristik yang terdapat pada lukisan. Diperlukan metode ekstraksi fitur yang sesuai untuk menggeneralisasi karakteristik tersebut [4]. Selain hal tersebut dalam visualisasi fitur yang telah diekstraksi juga dapat membantu dalam melihat keterkaitan antara lukisan serta dengan metode yang tepat dapat membantu dalam menggali informasi mengenai lukisan, bisa dari aliran hingga sang seniman [5].

Dalam menentukan kemiripan dalam kepengarangan pada sebuah lukisan adalah masalah yang terbilang sulit, karena seperti yang kita tahu bahwa seniman atau pelukis dunia itu sangatlah banyak dan pada setiap lukisan yang berbeda mungkin saja berisi benda-benda yang serupa hingga posisinya yang menyerupai. Lalu dari segi teknik yang digunakan oleh setiap seniman mungkin saja serupa. Sehingga intra variasi yang diwarisi dalam setiap lukisan menciptakan tantangan tersendiri untuk klasifikasi lukisan berbasis seniman.

Pengembangan dari model MLP yang dapat berguna dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan metode CNN (*Convolutional Neural Network*) [6]. Pada metode CNN (*Convolutional neural networks*) telah menunjukkan kinerjanya yang sangat baik yang dapat dilihat dari terobosan-terobosannya, seperti dalam pengenalan visual, termasuk pengenalan adegan, analisis gaya gambar, segmentasi semantik, pelacakan tangan, klasifikasi

gambar medis dan generasi deskripsi visual [5].

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya yang berfokus kepada penggunaan algoritma serta dalam mendeteksi berbagai macam citra. Peneliti bermaksud untuk membangun sistem pendeteksi kemiripan karya seni lukisan dengan menerapkan framework ResNet-50 untuk menerapkan algoritma CNN. Pada peneliti ini memilih menggunakan algoritma CNN, karena CNN memiliki kelebihan yaitu dapat digunakan untuk data dalam jumlah besar, sehingga dapat disesuaikan dengan ketentuan peneliti dalam membentuk sebuah model dengan banyak layer yang digunakan, selain itu termasuk juga ke dalam supervised learning yang memiliki pengertian pada tahap analisis dilakukan dengan melatih data training sehingga hasil yang didapatkan dalam klasifikasi akan mendapatkan hasil yang semakin akurat [2].

II. METODE PENELITIAN

A. Seniman

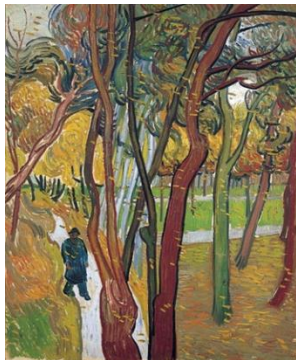
Kata seniman merupakan istilah yang subyektif yang merujuk kepada seorang yang memiliki pemikiran dan karya-karya yang kreatif, inovatif, serta mahir dalam semua atau beberapa bidang seni [7]. Pada penelitian ini akan berfokus kepada seniman yang bergerak dalam bidang seni lukis atau lukisan.

Seniman dalam bidang seni lukis atau pelukis dunia itu sangatlah banyak dan pada setiap lukisan yang berbeda sangat mungkin untuk berisi benda-benda yang serupa hingga posisinya yang menyerupai. Sehingga intra variasi yang diwarisi dalam setiap lukisan menciptakan tantangan tersendiri untuk mengidentifikasi kemiripan lukisan dari citra digital [7].

Terdapat 11 seniman terkenal yang digunakan sebagai objek dalam

penelitian kali ini, Nama dari 11 seniman tersebut ditampilkan sebagai berikut:

1. Vincent van Gogh (30 Maret 1853 – 29 Juli 1890). Karya seni lukisannya yang telah dimasukkan pada dataset hanya sekitar 877 file gambar dalam format JPG dan salah satu contoh hasil karya seni lukisan dari Vincent van Gogh dapat disaksikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lukisan Vincent van Gogh.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

2. Edgar Degas (19 Juli 1834 – 27 September 1917). Untuk gambar lukisan yang digunakan pada penelitian kali ini sebanyak 702 file gambar. Sebagai contoh salah satu karya dari Edgar Degas, ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Lukisan Edgar Degas.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

3. Pablo Picasso (25 Oktober 1881 – 8 April 1973). karya lukisannya yang terdapat pada dataset hanya sebanyak 439 file gambar. Contoh karya lukisan dari Pablo Picasso terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3 Lukisan Pablo Picasso.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

4. Pierre-Auguste Renoir (25 Februari 1841 – 3 Desember 1919). Dari banyaknya karya lukisan yang telah ia ciptakan, terdapat sebanyak 336 file gambar yang diinput pada dataset. Contoh karya Pierre-Auguste Renoir terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4 Lukisan Pierre-Auguste Renoir

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

5. Albrecht Durer (21 May 1471 – 6 April 1528). Karyanya yang masuk dalam dataset sebanyak 328 file gambar. Salah satu contoh lukisannya terdapat pada Gambar 5.

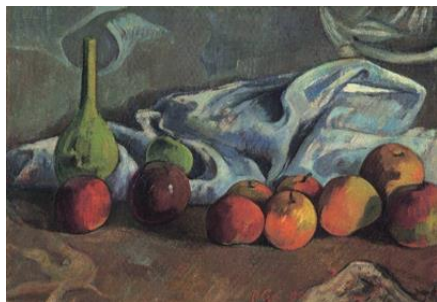


Gambar 5 Lukisan Albrecht Durer.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

6. Paul Gauguin (7 Juni 1848 – 8 Mei 1903). Dari banyaknya karya yang telah ia ciptakan, karya yang telah diinput pada dataset sebanyak 311 file gambar. Sebagai contoh salah satu karyanya ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Lukisan Paul Gauguin.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

7. Francisco Goya (30 Maret 1746 – 16 April 1828). Karyanya yang diinput dataset ada sebanyak 291 file gambar. Salah satu contoh dari karyanya ditampilkan pada Gambar 7.



Aluchuchus at work.

Gambar 7 Lukisan Francisco Goya.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

8. Rembrandt (15 Juli 1606 – 4 Oktober 1669). Karya lukisannya yang masuk dalam dataset ada sebanyak 262 file gambar. Salah satu contoh lukisannya ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Lukisan Rembrandt.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

9. Alfred Sisley (30 October 1839 – 29 January 1899). Dari berbagai macam karya seni lukisannya, yang telah diinput ke dalam dataset ada sebanyak 259 file gambar. Sebagai contoh dari lukisan Alfred Sisley ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Lukisan Alfred Sisley.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

10. Titian (1488 – 27 Agustus 1576). Dari banyaknya karya yang telah ia ciptakan, ada sebanyak 255 file gambar lukisan karya dari Titian. Salah satu contohnya ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Lukisan Titian.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

11. Marc Chagall (6 July 1887 – 28 Maret 1985). Dari karya-karyanya yang telah ia ciptakan dalam berbagai kondisi, terdapat 239 file lukisan dari Marc Chagall yang telah diinput pada dataset. Salah satu contoh karyanya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Lukisan Marc Chagall.

(Sumber:

<https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>)

B. ResNet-50

Framework Resnet-50 merupakan salah satu arsitektur dari CNN (*Convolutional Neural Network*) yang telah memperkenalkan sebuah konsep baru yaitu *shortcut connections*. Bagaimanapun dalam memperkuat suatu network dengan tujuan meningkatkan performansinya tidak bisa dilakukan hanya dengan cara menumpuk *layer*. Semakin baik dalam suatu network dapat memunculkan *vanishing gradient problem* yang bisa membuat *gradient* menjadi sangat kecil yang berakibat pada menurunnya performa atau akurasi dari ResNet-50 yang dimana merupakan jenis deep network berbasis pembelajaran residual dan merupakan salah satu dari varian ResNet yang memiliki 50 layer. Jika pada varian sebelumnya dilakukan skip connection sebanyak 2 layer, maka pada ResNet-50 ini melewati 3 layer dan terdapat 1x1 convolution layer.

C. Proses *Training* ResNet-50

Proses *training* atau pelatihan dengan menggunakan *framework* ResNet-50 dilakukan guna membentuk model dari ResNet-50 yang kemudian akan digunakan sebagai sistem dalam klasifikasi gambar. Sebelum dilakukannya proses *training*, terdapat beberapa konfigurasi *hyperparameter*

yang harus diatur terlebih dahulu. *Hyperparameter* yang perlu diatur antara lain, *learning rate*, *batch size* dan konfigurasi *epoch* untuk keperluan investigasi. Pada penelitian ini *learning rate* yang digunakan sebesar 0.0001. *Batch size* sebesar 215. Epoch sebesar 6.

D. Software Development Life Cycle (SDLC)

Pengertian dari SDLC (*Software Development Life Cycle*) adalah sebuah proses perubahan dan pembuatan sistem, model, serta metodologi yang biasa digunakan untuk mengembangkan sebuah perangkat lunak. Kegunaan SDLC itu sendiri tentunya untuk menghasilkan output sistem yang berkualitas tinggi dan sesuai dengan ekspektasi dari para user dan stakeholder.

E. Epoch

Secara pengertian umumnya *Epoch* merupakan sebuah siklus pembelajaran dari jaringan syaraf tiruan yang di mana dalam prosesnya menggunakan seluruh data pada batch yang telah ditentukan sebelumnya. Dari satu epoch akan melambangkan setiap sampel dalam dataset *training* yang memiliki kesempatan untuk memperbaharui parameter model internal. Dalam satu epoch terdiri dari satu atau lebih batch. *Epoch* dapat menentukan berapa kali model *neural network* telah melihat dataset secara keseluruhan. Biasanya jumlah pada *epoch* itu memiliki angka yang tinggi atau besar, yaitu sering ratusan bahkan hingga ribuan angka, yang memungkinkan sebuah algoritma pembelajaran dapat meminimalisir kesalahan atau kekeliruan dari model yang sedang dibuat.

F. Metode Inkremental

Metode inkremental merupakan sebuah metode yang menghasilkan serangkaian inkremental yang memiliki fungsinya masing-masing. Pada metode

inkremental ini akan dilakukan inkremen secara bertahap, yaitu sedikit demi sedikit.

Fokus utama pada model inkremental yaitu pada penyampaian produknya yang dapat dioperasikan pada setiap inkremen. Hasil yang didapatkan pada inkremen satu biasanya berupa produk inti. Berikutnya produk inti tersebut akan digunakan oleh user untuk selanjutnya dilakukan evaluasi. Lalu dari hasil evaluasi tersebut akan digunakan sebagai rencana membangun inkremen selanjutnya. Rencana tersebut digunakan untuk dapat melakukan modifikasi kepada produk inti agar bisa memenuhi kebutuhan dari para user, yang dimulai dari fitur hingga pada fungsinya. Proses ini akan dilakukan secara berulang hingga produk tersebut selesai untuk diproduksi.

G. Confusion Matrix

Metode *Confusion Matrix* ini adalah sebuah metode keakuratan dari sebuah sistem yang dalam cara perhitungan setiap persentase akurasi yaitu dari sistem. Jumlah baris dan kolom pada *confusion matrix* tergantung pada jumlah kelas pada *dataset*.

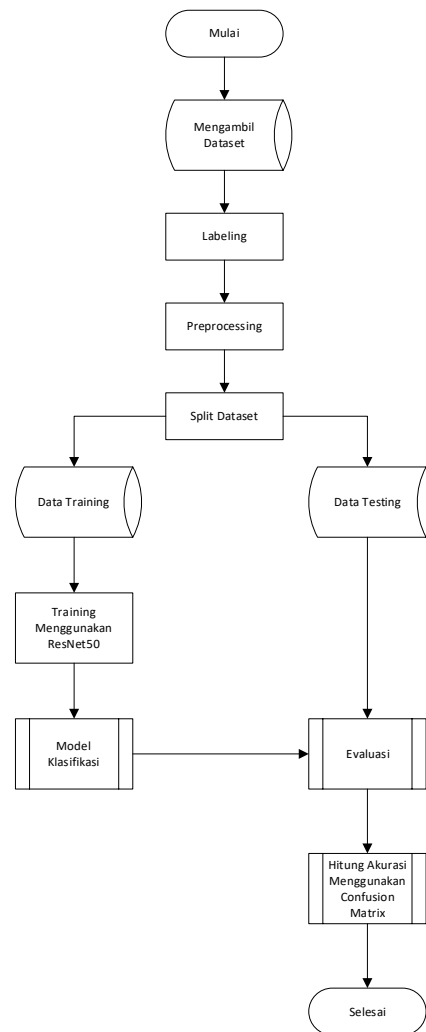
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini ditujukan untuk melakukan identifikasi kemiripan lukisan melalui citra lukisan dengan menggunakan *framework* ResNet-50 yang diimplementasikan dengan menggunakan algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*). Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, karya seni lukisan dapat diidentifikasi kemiripannya dari sebuah karya seni lukisan sekiranya mirip dengan seniman siapa menurut karya seni lukisannya.

Pada penelitian kali ini diawali dengan mengambil dataset dari Kaggle. Pada tahap pembelajaran ini peneliti memutuskan untuk menggunakan 11

seniman saja yang memiliki lebih dari 200 karya seni lukisan. Hal ini dilakukan untuk mengurangi komputasi pada tahap training, sehingga proses menjadi lebih baik. Untuk kumpulan data terbilang tidak kurang seimbang karena pelukis Van Gogh memiliki 877 lukisan sedangkan Marc Chagall hanya memiliki 239, karena hal ini peneliti menggunakan `class_weight` guna untuk dapat meningkatkan kinerja model secara substansial.

Berikutnya dilakukan split data untuk mendapatkan data untuk proses training dan data untuk proses testing. Dalam melakukan training model, peneliti menggunakan pendekatan CNN (Convolutional Neural Network). Framework yang digunakan oleh peneliti adalah framework yang bernama Resnet-50. Alasan dipilihnya Resnet-50, karena dengan framework tersebut lama waktu dari training dapat dihabiskan cukup singkat. Dari bobot yang telah dilatih sebelumnya pada ImageNet dapat membantu training model. Sehingga model bisa memahami gaya gambar lebih baik pada hasil akhir. Untuk train deep learning, peneliti menggunakan Adam optimizer. Lalu untuk fungsi loss peneliti menggunakan multi-class log loss, karena pada masalah klasifikasi multi-class dan kinerja model menggunakan metrik akurasi. Kemudian pada evaluasi model ditampilkan dengan perhitungan confusion matrix. Model akhir yang diharapkan oleh penulis adalah dapat mengidentifikasi kemiripan lukisan dengan perkiraan akurasi 99% pada training set dan 85% pada cross validation set.



Gambar 12 Kerangka Pemikiran.

A. PELATIHAN

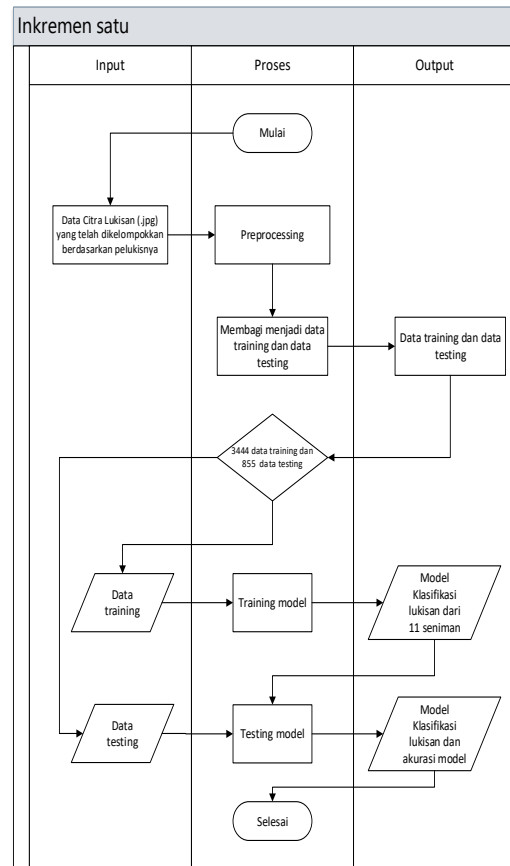
Penelitian ini ditujukan untuk melakukan identifikasi kemiripan lukisan melalui citra lukisan dengan menggunakan *framework* ResNet-50 yang diimplementasikan dengan menggunakan algoritma CNN (Convolutional Neural Network). Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, karya seni lukisan dapat diidentifikasi sekiranya lukisan yang telah dibuat mirip dengan seniman siapa menurut karya seni lukisnya.

Subset data yang digunakan berupa 11 seniman yang memiliki lebih dari 200 karya seni. Peneliti

mendapatkan sebanyak 3444 data untuk proses *training* dan 855 data untuk proses *testing*. Lalu jumlah total *batch*-nya sebanyak 215 dan 53.

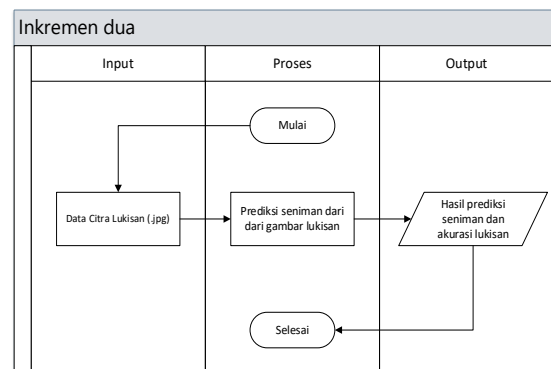
Kemudian dilakukan *preprocessing*. Proses yang dilakukan pada penelitian ini, diantaranya mengurutkan nama seniman berdasarkan jumlah karya seni lukisannya. Lalu citra di *explores* berdasarkan dari *artists* atau senimannya. Dari data citra yang telah direpresentasikan sebagai fitur kemudian digunakan untuk melatih model. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah CNN (*Convolutional Neural Network*) yang berguna untuk mempelajari fitur dengan dimensi tinggi.

Hasil dari metode CNN yaitu berupa model yang telah dilatih serta pemetaan kelas data *training* dan *validation* terhadap model CNN. Setelah model telah diperoleh maka proses pelatihan akan dilakukan evaluasi terhadap data uji yang digunakan selama pelatihan. Proses evaluasi dilakukan dengan evaluasi *confusion matrix* untuk mendapatkan nilai *precision*, *recall*, *f1-score*, dan *support*.



Gambar 13 Inkremen Satu.

Tahap inkremen dua dilakukan untuk pembangunan tampilan aplikasi agar pengguna bisa lebih mudah dalam menggunakannya. Tujuan dibuatnya antarmuka ini agar pengguna dapat mengoperasikan program ini dalam bentuk tampilan web.



Gambar 14 Inkremen Dua.

B. PENGUJIAN

Pada tahap pengujian dilakukan untuk menguji setiap fungsi dari aplikasi yang telah dibuat apakah dapat berjalan dan telah sesuai dengan keluaran yang diharapkan oleh peneliti. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *black box*.

Tabel 1. Pengujian Black Box

No	Kelas Uji	Harapan
1	Button Choose File	Membuka file; Memuat citra input.
2	Button Check	Memproses citra input dan menghasilkan kelas prediksi.
3	Button Reset	Kembali ke halaman utama untuk memuat citra input lain.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

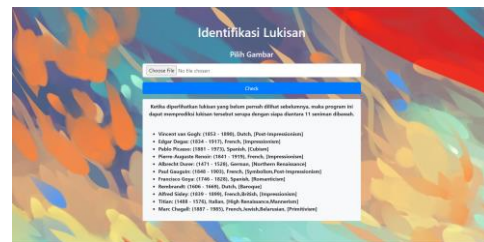
Hasil pada bagian inkremen satu berisikan penjabaran dari hasil yang telah didapat oleh peneliti pada inkremen satu serta berisikan pembahasan dari hasil tersebut. Bagian ini mencakup pembentukan representasi fitur serta konfigurasi pembuatan model. Pada inkremen satu, citra yang diinput total terdapat 4.299 lukisan dalam format *JPG file*. Jumlah data *training* 3444 dan jumlah data test 855.

Hasil pengujian pada inkremen dua ditampilkan dengan menggunakan *black box* guna untuk memastikan fungsionalitas dari aplikasi dapat bekerja sesuai dengan harapan peneliti. Hasil pengujian aplikasi ditunjukkan pada Gambar 5.

No	Kelas Uji	Harapan	Pengamatan	Hasil
1	Button Choose File	Membuka file Memuat citra input.	Menampilkan file dialog dan memuat citra yang dipilih.	Valid
2	Button Check	Memproses citra input dan menghasilkan kelas prediksi.	Menampilkan prediksi berdasarkan citra yang dipilih.	Valid
3	Button Reset	Kembali ke halaman utama untuk memuat citra input lain.	Menampilkan kembali halaman utama dan memilih citra baru.	Valid

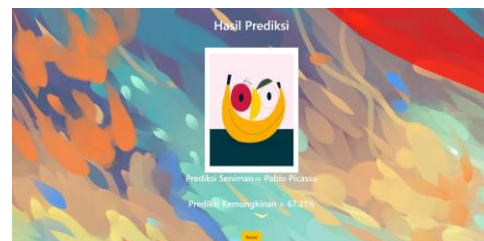
Gambar 15 Hasil Pengujian Black Box.

Tampilan halaman utama “Main” dari aplikasi identifikasi kemiripan lukisan ini dapat disaksikan pada Gambar 4.7. Pada halaman utama tersebut menampilkan judul dari aplikasi, tombol “Choose File” untuk menjalankan fungsi pemilihan citra lukisan, tombol “Check” untuk menghasilkan prediksi, serta text box dan label untuk menampilkan hasil prediksi.



Gambar 16 Tampilan Halaman Utama

Berikutnya setelah memilih citra lukisan pada tombol “Choose File”. Tekan tombol “Check” untuk melakukan prediksi terhadap citra lukisan yang telah dipilih. Hasil tampilan hasil atau akhir dari aplikasi bisa disaksikan pada Gambar 6.



Gambar 17 Tampilan Hasil Prediksi Citra Lukisan.

Aplikasi pembelajaran mesin untuk identifikasi kemiripan lukisan berbasis web yang telah dihasilkan pada inkremen dua mampu melakukan klasifikasi citra lukisan menggunakan perangkat komputer. Dalam pembuatan suatu aplikasi tentunya harus memikirkan kesederhanaan pada tampilan dan kemudahan dalam pemakaian aplikasi untuk para pengguna. Dalam mempertimbangkan kemudahan dalam penggunaan aplikasi, peneliti hanya menyediakan tiga buah tombol aksi yang

dapat digunakan oleh pengguna, yaitu tombol “Choose File”, tombol “Check”, dan tombol “Reset”. Pengguna dapat menekan tombol “Check” ketika pengguna telah memilih citra lukisan yang diinginkan dengan menekan tombol “Choose File”. Jika pengguna belum melakukan aksi untuk menentukan citra lukisan, maka tombol “Check” tidak dapat digunakan atau akan terjadi error.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan analisa, percobaan, dan hasil yang telah didapat. Bisa ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Masalah yang didapati oleh peneliti adalah membuat aplikasi untuk identifikasi kemiripan lukisan yang dapat diatasi dengan pengembangan perangkat lunak, yaitu aplikasi pembelajaran mesin untuk identifikasi kemiripan lukisan berbasis web.
2. Pada inti aplikasi pembelajaran mesin untuk identifikasi kemiripan lukisan dikembangkan dengan menggunakan *framework* ResNet-50 yang merupakan penerapan dari algoritma CNN.
3. Model hasil pembelajaran mesin ini memiliki hasil akurasi dengan nilai 24% sehingga dirasa masih kurang memadai dalam melakukan identifikasi kemiripan lukisan.
4. Proses pengembangan yang dilakukan pada aplikasi untuk identifikasi kemiripan lukisan berdasarkan citra digital lukisan adalah dengan mempersiapkan atau mengambil data citra lukisan yang dari 11 seniman yang berasal dari berbagai *artist* luar negeri untuk diproses.
5. Dari hasil evaluasi *confusion matrix* didapati hasil dari seniman yang memiliki perhitungan paling akurat adalah Alfred Sisley dan yang paling kurang akurat adalah Vincent van Gogh.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. . G. G. Galah dan Y. K. Herdiyanto, “Kreativitas pada pelukis di Bali,” J. Psikol. Udayana, vol. 6, no. 01, hal. 152, 2019, doi: 10.24843/jpu.2019.v06.i01.p15.
- [2] H. Shim et al., “IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI GAMBAR (Studi,” Adv. Opt. Mater., vol. 10, no. 1, hal. 1–9, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.101.089902><http://dx.doi.org/10.1016/j.nantod.2015.04.009><http://dx.doi.org/10.1038/s41467-018-05514-9><http://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-13856-1><http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-14365-2>
- [3] Icaro, “Best Artworks of All Time,” 2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.kaggle.com/datasets/ikarus777/best-artworks-of-all-time>.
- [4] K. F. Digital, P. Studi, M. Teknik, P. Pascasarjana, F. Teknologi, dan U. I. Indonesia, “CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN MATLAB,” 2018.
- [5] S. Albawi, T. A. M. Mohammed, dan S. Alzawi, “Layers of a Convolutional Neural Network,” Ieee, hal. 16, 2017.
- [6] Y. Sugianela, N. Suciati, dan M. B. A. R, “Rancang Bangun Pixel Art Converter Menggunakan Segmentasi berbasis K-means Clustering,” vol. 6, no. 2, 2017.
- [7] P. A. Nugroho, I. Fenriana, dan R. Arijanto, “Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Ekspresi Manusia,” Algor, vol. 2, no. 1, hal. 12–21, 2020.